



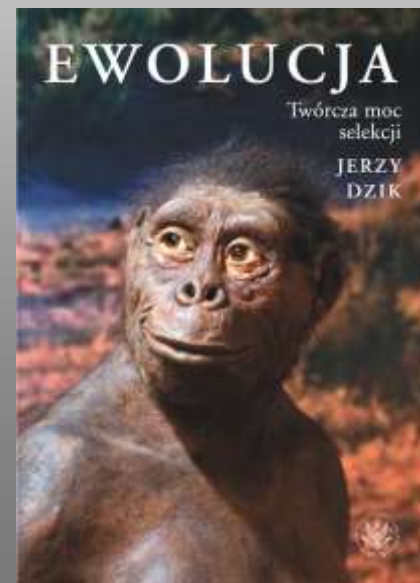
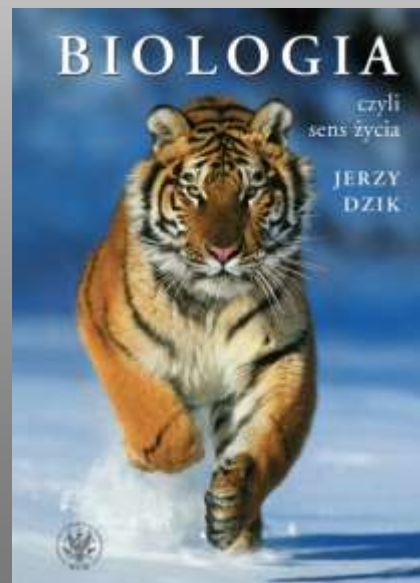
Ewolucja **12.**

SOCJOBIOLOGIA

Jerzy Dzik

*Instytut Paleobiologii PAN
Instytut Biologii Ewolucyjnej UW*

2022



DZIEDZICTWO

zwierzęcości

- **czy moralność jest wytworem ewolucji?**
- **jak dalece biologia usprawiedliwia ludzkie zachowania?**
- **gdzie jest granica między uwarunkowaniami kulturowymi i biologicznymi?**

źródłem kontrowersji jest udział zachowań instynktownych

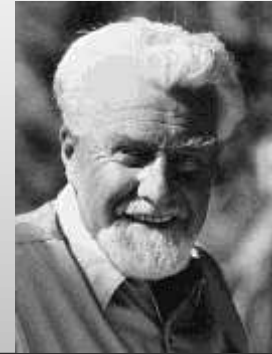
NATURE vs. NURTURE

natura czy wychowanie?



Iwan P. Pawłow (1849-1936)
1903 odkrył odruchy warunkowe

Konrad Z. Lorenz (1903-1989)
spopularyzował wpajanie afiliacyjne
(*filial imprinting*)

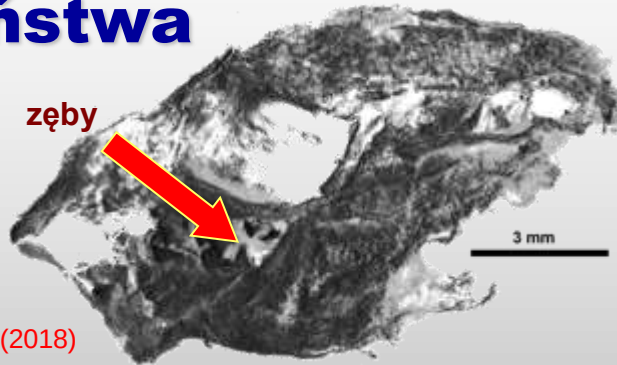


- **oczywiste biologiczne uwarunkowanie w ludzkich zachowaniach pokarmowych i rozrodczych**
- **kontrowersyjne w odniesieniu do nierozrodczych "uczuć wyższych" (np. altruizmu)**

odruchy macierzyńskie są dawniejsze niż ludzkość i jej etyka

ODWIECZNOŚĆ macierzyństwa

pisklę cynodonta
Kayentatherium
jura 185 Ma



Hoffman & Rowe (2018)

- pisklęta cynodontów sprzed 185 mln lat liczne i samodzielne
- młode stekowców nieliczne i dokarmiane od przynajmniej 120 mln lat
- wspólny przodek torbaczy i łożyskowców sprzed 80 mln lat musiał mieć sutki

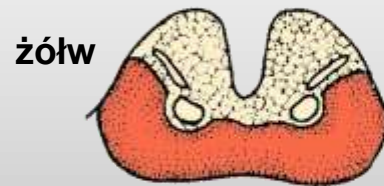
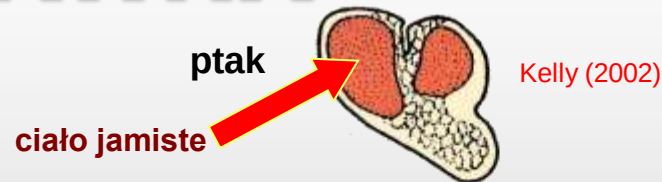


karmiąca samica
dziobaka
Ornithorhynchus

zachowania kopulacyjne liczą jeszcze więcej lat – 310 lub 350 mln

PRADAWNA chuć

penis *Caiman*
permanentnie sztywny
wysuwany mięśniowo



kolagenowa powłoka ciał jamistych

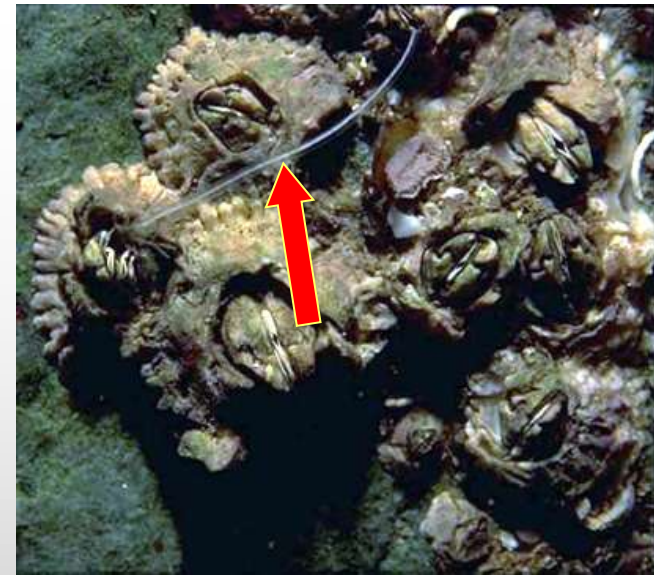


- narządy kopulacyjne czworonogów usztywniane hydraulicznie
- krwią u ssaków, limfą u ptaków
- lokalizacja w kloace i struktura kolagenowej powłoki podobna

zachowania właściwe nie tylko kręgowcom

KOPULACJA stawonogów

narząd kopulacyjny pąkli *Chthamalus*
– dziedzictwo swobodnego życia przodków



- samica selekcjonowana na uczestnictwo w wymianie genetycznej, ale niekoniecznie
- samiec zaś musi przekazać własne geny
- dobór dał rozliczne środki przeciw konkurentom

narząd kopulacyjny
chrząszcza
Callosobruchus

Bruchidae
dla samicy tych
chrząszczy sperma
źródłem wody

Rönn *et al.* (2001)



kierunki selekcji rozrodu bywają zaskakujące

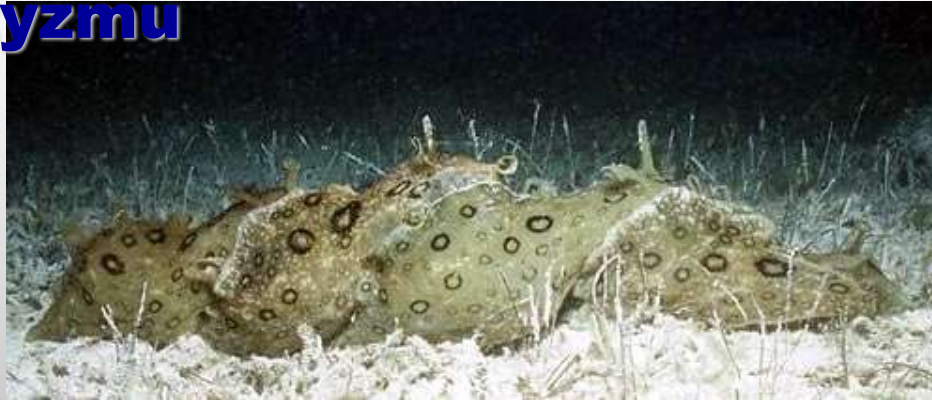


de Crespigny (2007)

UROKI ŚLIMACZEGO

hermafrodytyzmu

szereg kopulacyjny
tyłoskrzelnej *Aplysia*



- wymiana spermy między parą osobników albo "szeregowo"
- jeden hermafrodytyczny zestaw męskich i żeńskich narządów u tyłoskrzelnych i płucodysznych

zachowania trudne do zrozumienia

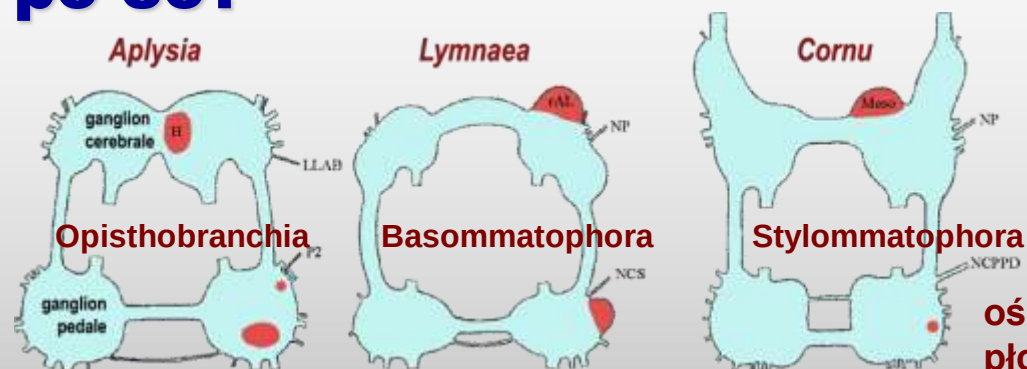


kopulacja
Nembrotha
Nudibranchia



STRZAŁKI MIŁOSNE

po co?



taniec godowy
Helix pomatia

ośrodki behavioru
płciowego

Koene et al. (2000)

- w tańcu godowym płucodysznych wstrzeliwanie "strzałek miłosnych"
- czynnik w śluzie wspomaga przechowanie spermy



ugodzony
strzałką miłosną
Cornu aspersus

strzałki różnych
gatunków



śluz

koszt zjawiska płci bywa wysoki

Chase (2005)

EKSTREMALNY seks pluskwiaków

- liczne pluskwiaki perforują ciało samicy oceniając chemoreceptorami jego stan
- dla ograniczenia szkód paragenitalia



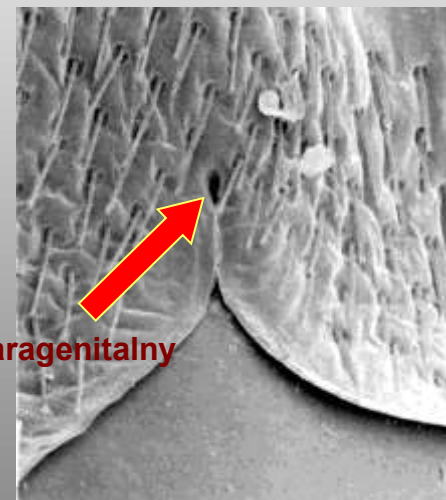
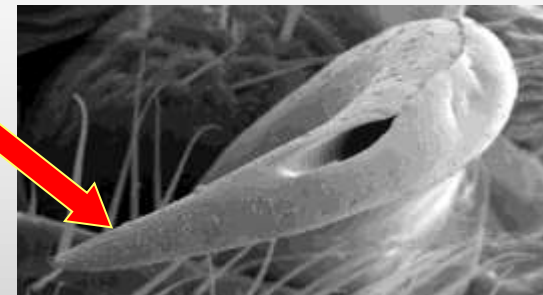
Stutt & Siva-Jothy (2009)

Siva-Jothy & Stutt (2009)

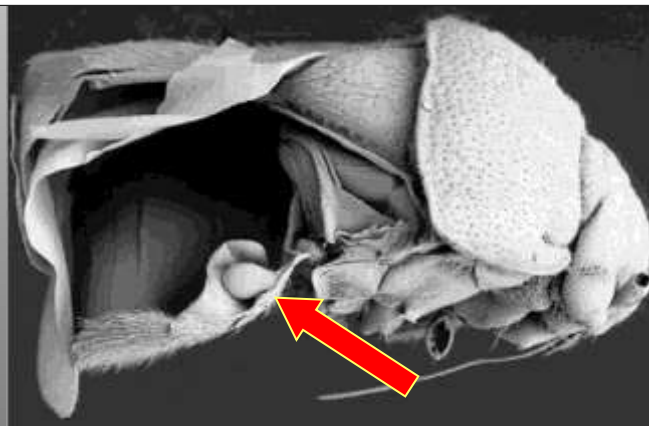
chemoreceptory

pluskwa *Cimex*

Cimicomorpha



Tatarnic *et al.* (2008)



równie kosztowne bywa wabienie

paragenitalia
Coridromius
Cimicomorpha

INWESTYCJE w wygląd

Pavo
Phasianidae



- rozbieżna ewolucja płci dzięki chromosomalnej determinacji
- wyrazisty dymorfizm typowy dla układu poligamicznego

Afropavo



poważną sprawą jest też opieka nad potomstwem

INWESTYCJA w gniazdko



kowalik
Orthotomus sutorius
z Płd Azji



szew pajęczą nicią



całe gniazdo



Anthoscopus

Remizidae

Remiz



- konstrukcje gniazd specyficzne gatunkowo
- pozornie rozumne procedury higieniczne
- zachowania o zdumiewającej złożoności

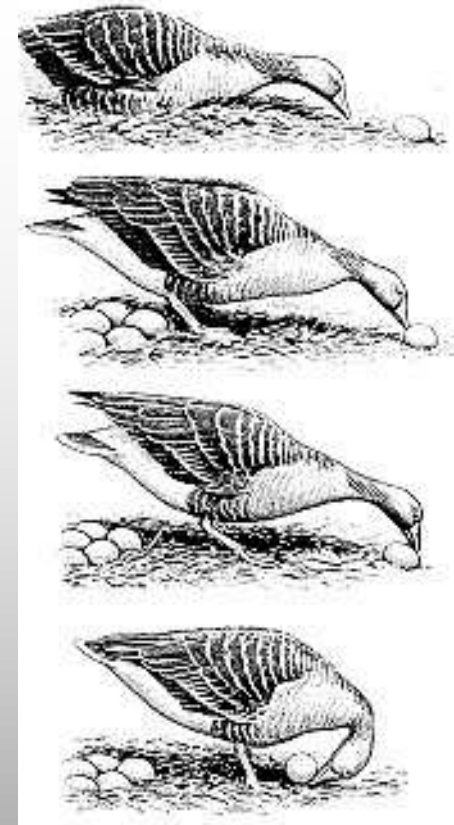
jakie proporcje między genami a naśladowaniem?

WPAJANIE afiliacyjne



Edvard Westermarck
(1862-1939)

zachowanie wpojone
Konrad Lorenz
z gąsiętami



zachowanie dziedziczone
niezmienne

- rozpoznawanie rodziców wpojone przy pierwszym kontakcie; trudno odwracalne
- efekt Westermarcka: negatywne wpajanie seksualnej neutralności do bliskich krewnych
- podatność dziedziczna – zestaw odruchów

zachowania instynktowne wyzwalane są hormonalnie

OKSYTOCYNĄ

a miłość

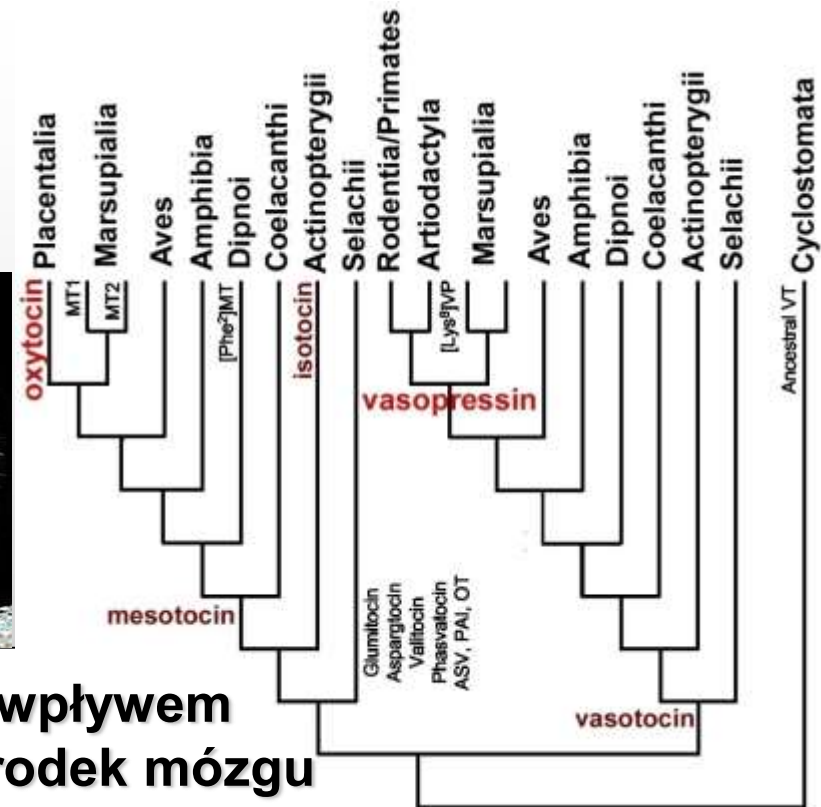


preriowy nornik
Microtus ochrogaster



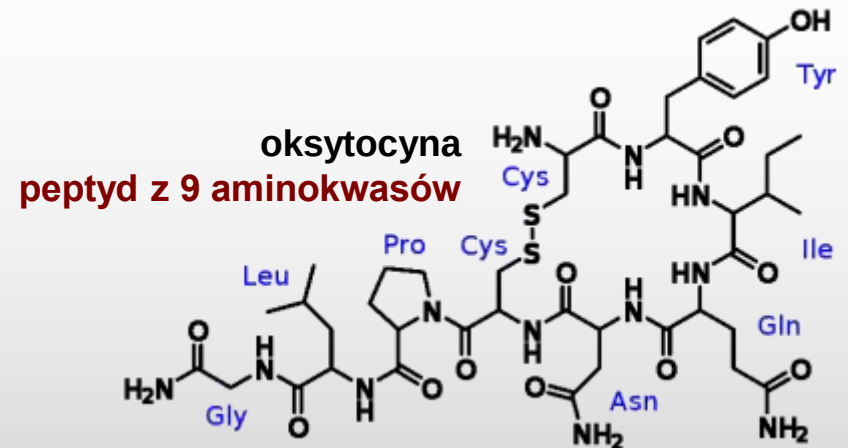
- monogamia samic norników pod wpływem oksytocyny wydzielanej przez ośrodek mózgu
- samców – wasopresyny (homologiczny peptyd)
- mutacja receptora wasopresyny wywołuje niewierność mężczyzn
- oba hormony mają wspólne pochodzenie

to nie jedyne hormony regulujące zachowania

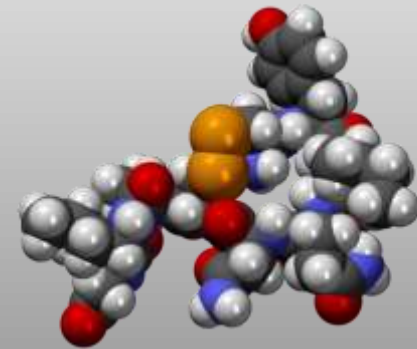


Gwee et al. (2008)

HORMONALNA regulacja zachowań



- adrenalina – reakcja "walcz lub uciekaj"
- kortyzol – w długotrwałym stresie uruchamia zasoby energetyczne w tkankach
- oksytocyna – hormon antystresowy



w mózgu transport neuropeptydów wewnątrz aksonów

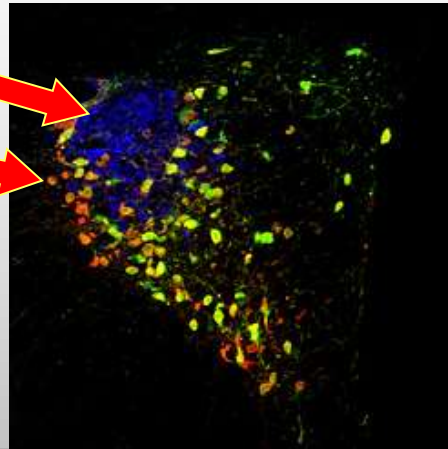
MECHANIZM wpajania

wazopresyna

oksytocyna

neurony z
hypothalamus
(podwzgórze)

Knobloch et al. (2012)



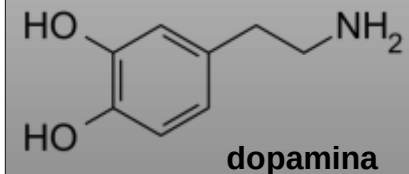
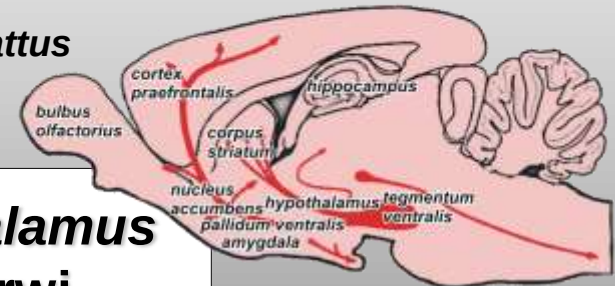
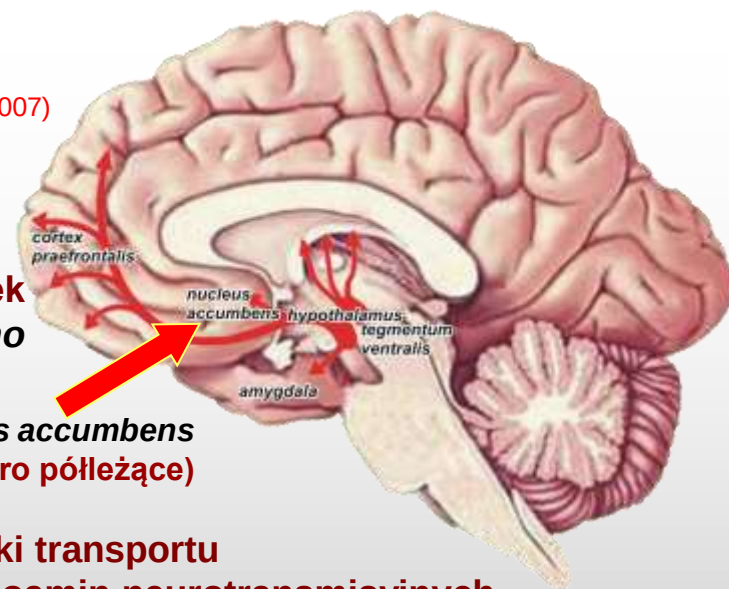
- oksytocynę wytwarzają neurony *hypothalamus* docierające przez *neurohypophysis* do krwi
- *nucleus accumbens* ma receptory oksytocyny, wydziela monoaminy (dopaminę lub serotoninę)
- tuż poniżej *pallidum ventralis* na wasopresynę

człowiek
Homo

nucleus accumbens
(jądro półleżące)

szlaki transportu
monoamin neurotransmisyjnych

SZCZUR *Rattus*



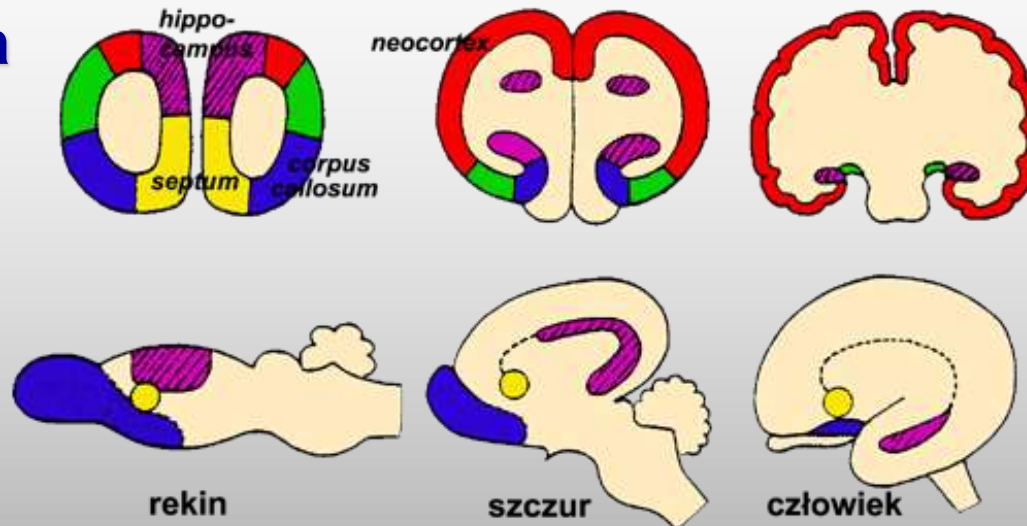
w korze mózgowej ssaków funkcje uczenia się odruchów

MÓZG SSAKA

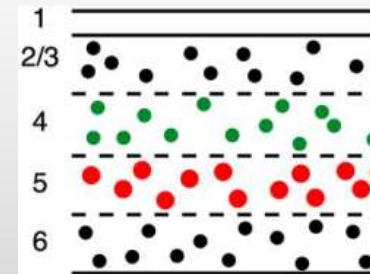
geneza

ewolucyjna ekspansja
neocortex = *neopallium*

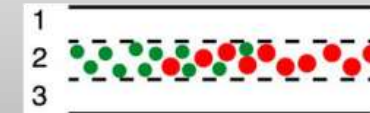
Dugas-Ford et al. (2012)



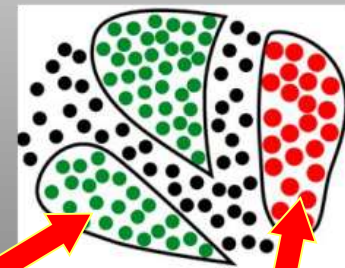
neocortex ssaka



cortex żółwia



nuclei ptaka



neurony wejściowe

neurony wyjściowe

- półkule na podłożu płatów węchowych
- sześciowarstwowa kora *neopallium* podzielona na funkcjonalne moduły

pierwotnie kora nowa miejscem odbioru sygnałów z wąsów?

FUNKCJONALNE oddziały mózgu



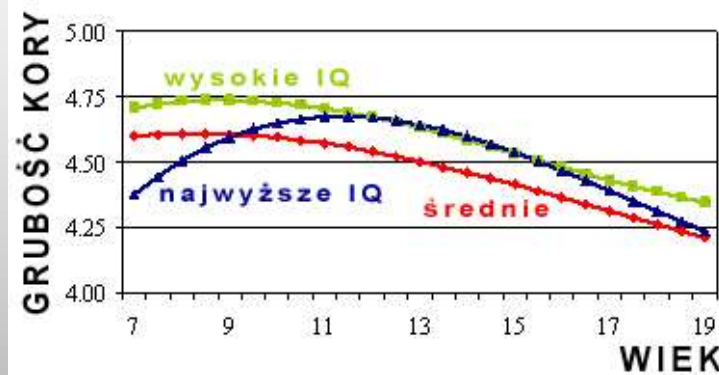
- rozmieszczenie ośrodków odziedziczone po przodkach
- ale po uszkodzeniu funkcje przenoszone są gdzie indziej
- być może uczenie jest wynikiem selekcji synaps:
w mózgu człowieka jest 10^9 neuronów; synaps 10^{15}
- szczegóły jego organizacji nie mogą być dziedziczone

uczenie się jest selekcją losowo powstających synaps?

Shaw et al. (2006)

MECHANIZM

uczenia się

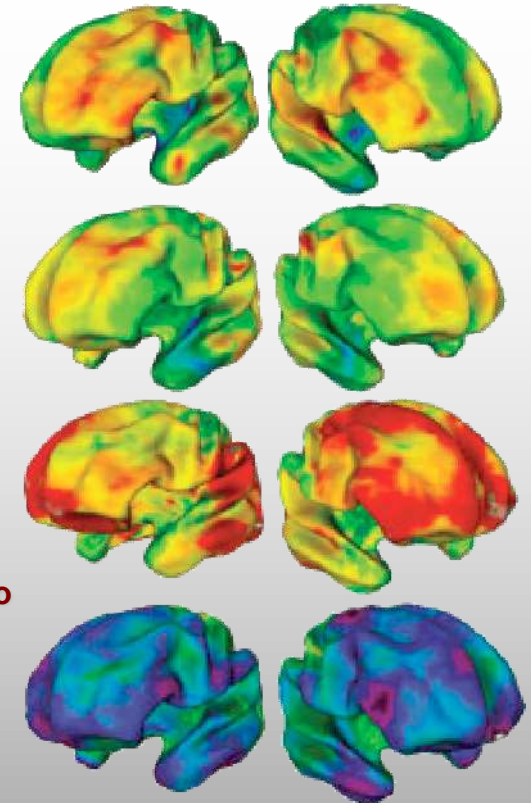


korelacja IQ z grubością kory

zmiany grubości kory

dojrzewanie

dzieciństwo



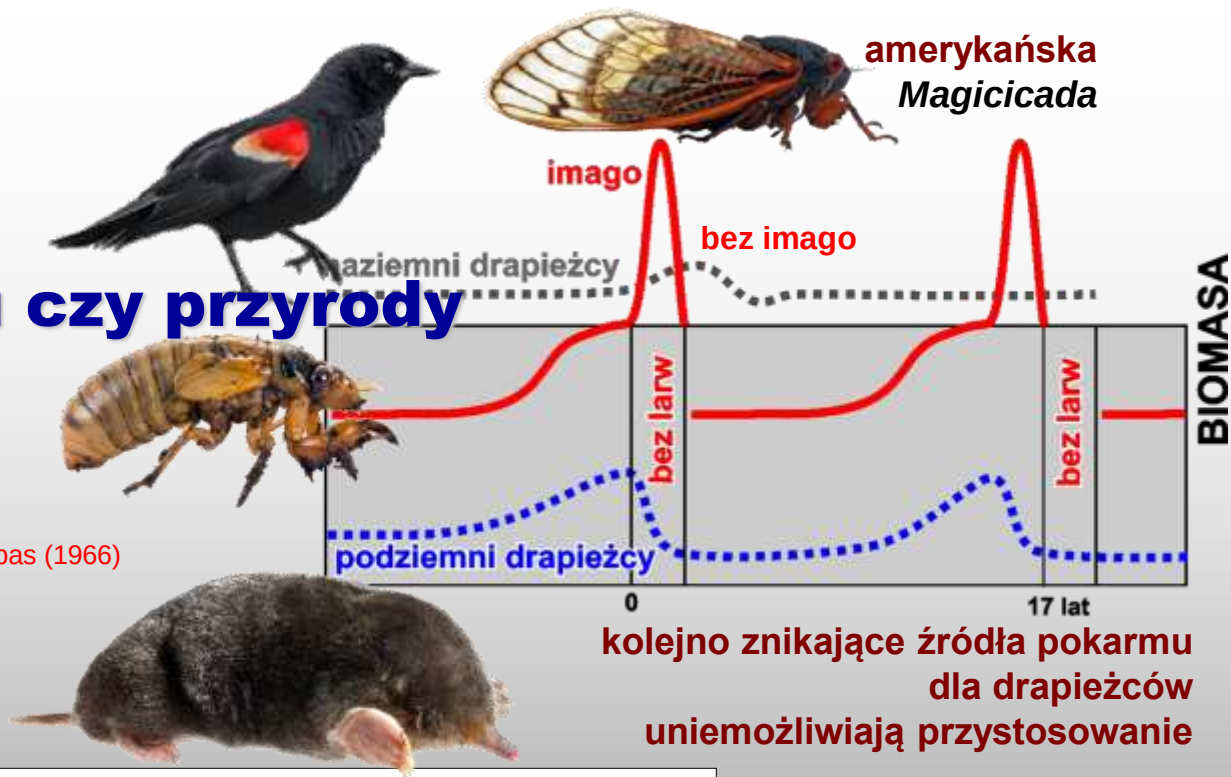
- tylko 60% neuronów zarodka przetrwa do dorosłości
- zmniejsza się również liczba synaps

czyżby selekcja tworzyła w naszym umyśle także ulotne idee?

IDEE

twory umysłu czy przyrody

Lloyd & Dybas (1966)



- cykle życiowe określone przez niepodzielne liczby pierwsze (13, 17) nie mogą się nałożyć na jakikolwiek krótszy cykl drapieżcy
- rdzeń matematyki odzwierciedla realny świat

jak dalece genetyka warunkuje zachowania społeczne?

SPOŁECZEŃSTWA nie-ludzkie

szerszeń
Vespa crabro
imago pije nektar, larwy żywi mięsem

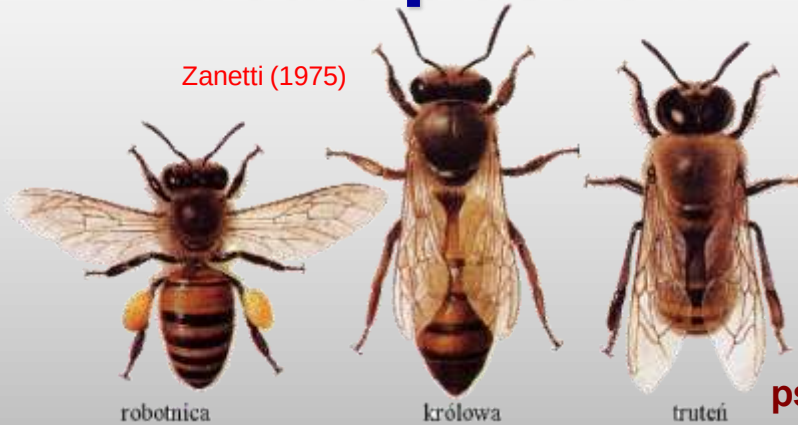


- upowszechnienie własnych genów wymaga
- liczego potomstwa albo wyposażenia w żółtko
- opieka nad potomstwem daje oszczędność
- pełne uzależnienie larw żądłówek od imago sprzyja współpracy, czyli zachowaniom społecznym

różne społeczne błonkówki powstały niezależnie

ODMIENNE źródło plastrów

Zanetti (1975)



pszczoła miodna
Apis mellifera

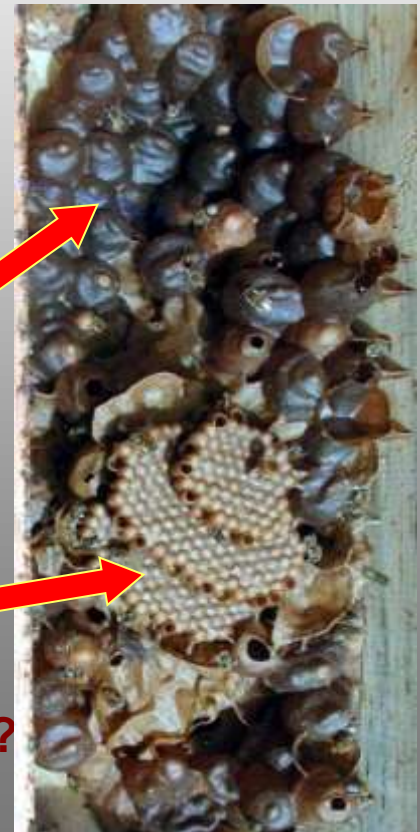
nektar źródłem cukrów, pyłek białka

- społeczeństwa os i pszczół wyewoluowały innymi drogami
- ale z podobnych przyczyn



plaster woskowy
z miodem i larwami

pierwotna pszczoła
bezządlowa
Melipona



pojemniki
z miodem

plaster
woskowo-błotny
z larwami

tylko nosiciele naszych genów zasługują na wsparcie?

ALTRUIZM

to biologia czy kultura?



William D. Hamilton (1936-2000)
1964 *kin selection*
(rozwinięcie koncepcji J.B.S. Haldane'a)

interesem osobnika jest wyłącznie upowszechnianie własnych genów

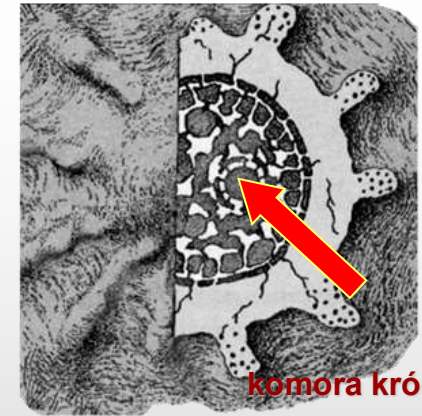
- koncepcja "samolubnego genu" jako przedmiotu doboru
- założenie: $\text{zysk} \cdot \text{pokrewieństwo} > \text{koszt (reprodukcyjny)}$
- haplodiploidalna determinacja płci żądłówek jako model –
trutnie z niezapłodnionych jaj, matka i robotnice diploidalne
- genom robotnic wspólny w 75%, z matką 50%, 25% z trutniem

ale są społeczne owady bez haplodiploidalnej determinacji płci

TERMITY

współgospodarowanie

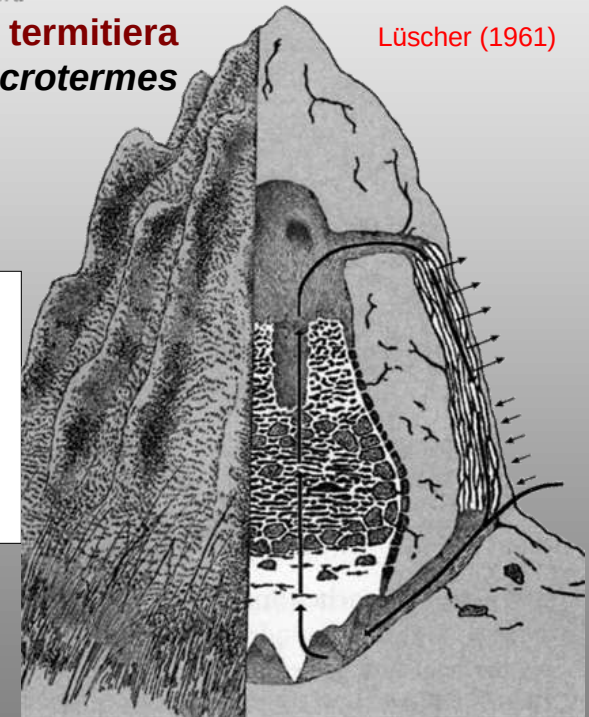
Zanetti (1975)



komora królowej

termitiera
Macrotermes

Lüscher (1961)



- pierwotnym czynnikiem socjalizacyjnym termitów jest wymiana flory jelitowej
- traconej po każdym linieniu jelita

dziedziczne współdziałanie nie musi wynikać z pokrewieństwa

Mitel (2007)

NIESPOKREWNIONY

przewoźnik

głębokomorskie koralce
Heterocyathus
i *Heteropsammia*



Heteropsammia

- są głębokowodne koralowce, które mają możliwość przemieszczania się dzięki symbiozie

ruchliwa symbiotyczna pierścienica żyje wewnątrz szkieletu koralowca

KOEWOŁUCJA

korala z robakiem

ryjek sipunkuloida
Aspidosiphon

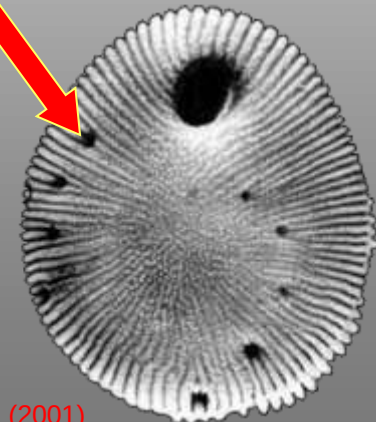
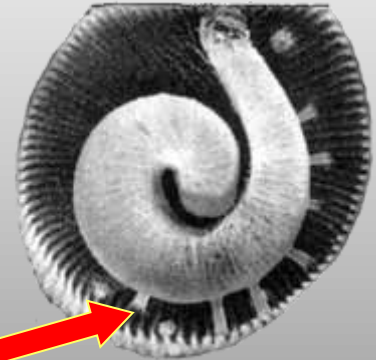
Leon (2006)



korale *Heterocyathus*
z sipunkuloidem

- pierścienica (sipunkuloid) formuje w koralu komorę z otworami oddechowymi
- dochodzi więc do pełnej integracji organizmów

otwory oddechowe



jaką drogą doszło do tego zadziwiającego układu?

Stolarski et al. (2001)

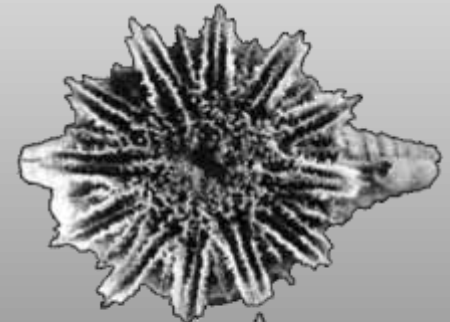
GENEZA

symbiozy koral-sipunkuloid

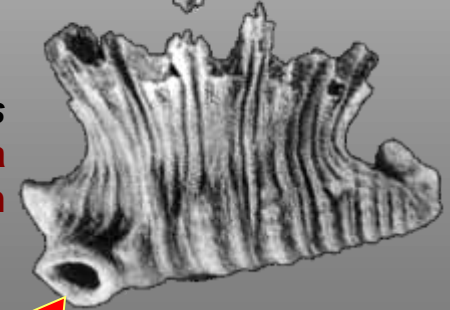
- pierwotnie koral porastały muszle zasiedlane przez sipunkuloidy
- stopniowo następowało to na coraz wcześniejszych stadiach wzrostu



Heterocyathus
przycementowany do rurki
(muszli Scaphopoda?)
zajmowanej przez sipunkuloida
kreda 115 mln lat



koral *Heterocyathus*
obrastający muszlę ślimaka
z sipunkuloidem



inwestycje uczestników układu są więc niewielkie

INWESTOR zaawansowany

pustelnik *Parapagurus* i ukwiał *Stylobates*
budujący dlań "muszlę", by go nie porzucił

- energię w podtrzymanie związku inwestują niespokrewnione symbionty
- przetrwanie ich genów zależy od współdziałania niezależnie od pokrewieństwa



organiczna "muszla",
dobudowana do muszelki ślimaka

znaczenie doboru krewniaczego i grupowego jest dyskusyjne

TEORIA GIER

wyjaśnia altruizm



John Maynard Smith (1920-2004)

Maynard Smith, J. & Price, G.R. 1973 *evolutionarily stable strategy*

DYLEMAT WIĘŹNIA (macierz U):

donos na kolegę-twardziela (zdrada) – 5 lat mniej

obustronny – 1 rok mniej

brak zeznań (kooperacja) – 3 lata mniej

	K	Z
U = K	3	0
Z	5	1

(równowaga Nasha: ZZ)

(przy nieskończonej liczbie powtórzeń: KK)

- przy jednorazowej decyzji najlepiej minimalizować ryzyko
- jeśli układ jest stały (iteracja) liczą się poprzednie czyny
- strategia ewolucyjnie stabilna to równowaga Nasha preferowana przez selekcję

genom wchłania wszystko, co zwiększa szanse jego upowszechnienia

SOCJOBIOLOGIA

mówi o człowieku



Edward O. Wilson (1929-2021)
1971 koncepcja socjobiologii

Homo erectus heidelbergensis

Sima de los Huesos (Sierra Atapuerca)

350 tys. lat



miednica dzisiejszego mężczyzny

- **większe rozmiary samców wskazują na walki dominacyjne o harem wśród naszych przodków**
- **samice konkurowały atrakcyjnością o zasoby samca**
- **wysoka rozrodczość skutkiem niestabilności środowiska**
- **wydłużenie opieki nad potomstwem wymusiło podział ról**
- **oraz stałość związków w rodzinie**

zwierzęce dziedzictwo w zachowaniach człowieka jest niewątpliwe

ETYKA

ewolucyjna



szympansy
Pan

- socjobiologia ma sens tylko w kontekście doboru grupowego lub krewniaczego
- zmiana dziedzicznego behawioru zwiększa (lub zmniejsza) szanse przetrwania puli genetycznej
- zdolność do miłości, macierzyństwa, empatii i zachowań społecznych przejęliśmy od zwierząt

w oparciu o te zasady działała większość ludzkich społeczeństw

HIERARCHIA

według więzów krwi

Almanach Gotajski
genealogia arystokracji



- powszechne jest przekonanie, że walory intelektualne i moralne są dziedziczone
- przez DNA (a może wychowanie)
- jeśli tak, to dobre urodzenie jest wartością

etyka oparta na biologii bywa groźna dla nosicieli obcych genów

KONSEKWENCJE

genetyki moralności

moralne jest promowanie krewnych
a zabijanie obcych?



- jeśli chodzi tylko o promocje puli genetycznej, należy wspierać krewnych i zabijać obcych
- kryteria biologiczne mogą być wtedy podstawą wartościowania ludzkich zachowań
- a zwierzętom należą się prawa równe ludzkim

sentymentalizm jest jednak fałszywym doradcą biologa

GRZECH

antropomorfizmu

któremu sprzyjać?

lew *Panthera* i antylopa *Kobus*



- zwierzęta nie są automatami
- niektóre gatunki cechuje zdolność do empatii i wspierania innych osobników stada
- poszerza to listę zachowań należących do dziedzictwa biologicznego człowieka



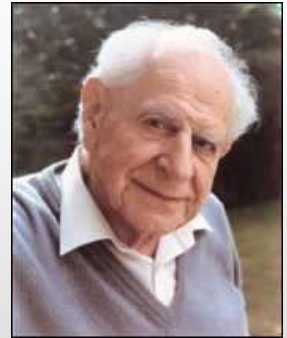
orka *Orcinus*
bawi się zabijaniem
uchatki *Otaria*

„uczucia wyższe” jedynie częściowo mają źródło w biologii

ETYKA

jako część kultury

Karl R. Popper (1902-1994)
1972 idea darwinowskiej ewolucji kultury



- swoistością człowieczeństwa jest moralność wykraczająca poza doraźny interes genetyczny
- co też jest produktem ewolucji darwinowskiej, tyle że społecznej – niebiologicznej
- czynnikiem selekcyjnym jest sukces kultury

świadomość zwierzęcości zachowań umożliwia nad nimi kontrolę

SOCJOBIOLOGIA

czyli psychologia ewolucyjna

- niemożność pogodzenia obciążeń biologicznych z kulturą nie jest jedynie zagadnieniem literackim
- ma ewolucyjną przyczynę
- świadomość zwierzęcej genezy „uczuć wyższych” umożliwia nad nimi pewną kontrolę
- i daje nadzieję niepopelniania dawnych grzechów